

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-339637

(43)Date of publication of application : 22.12.1998

(51)Int.Cl.

G01C 19/56

G01P 9/04

(21)Application number : 09-149415

(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC  
DENSO CORP

(22)Date of filing : 06.06.1997

(72)Inventor : MATSUHIRO YASUSHI  
ITO TAKASHI  
ISHIKAWA TAKAYUKI  
YOSHINO YOSHI

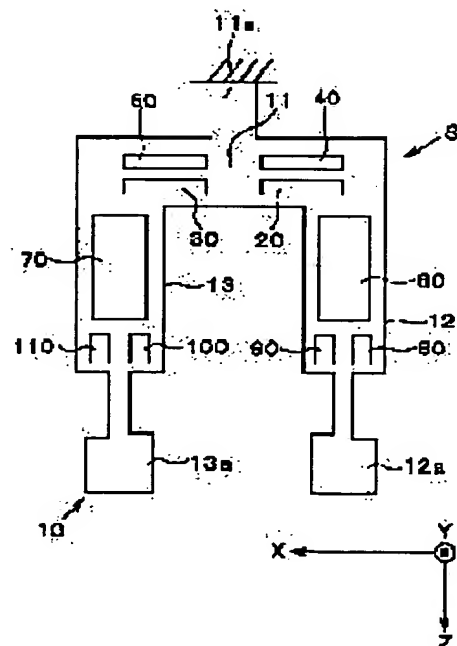
## (54) VIBRATION-TYPE ANGULAR VELOCITY DETECTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To cancel the amount of offset in detection output by generating a vibration force in Y-axis direction based on output for reference, shifting the vibration in X-axis direction of a vibration member, and vibrating it with both piezoelectric elements for driving.

**SOLUTION:** A vibration member 10 that is supported with Z axis as an axis by both piezoelectric elements 20, 30, 40, and 50 is excited in X-axis direction, piezoelectric elements 80, 90, 100, and 110 for reference are mounted to the vibration member 10, vibration in X-axis direction is monitored, and output for reference is generated.

Piezoelectric elements 60 and 70 for detection are mounted to the vibration member 10, and vibration in Y-axis direction being generated at the vibration member 10 is detected based on the vibration in X-axis direction. A control means generates a vibration force in Y-axis direction for shifting vibration in X-axis direction based on the output for reference, drives both piezoelectric elements 20, 30, 40, and 50 for driving in inverse phase, and vibrates the vibration member 10. An angular velocity detection means detects an angular velocity from output for reference and output for detection, thus effectively canceling the amount of offset in detection output.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.03.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-339637

(43) 公開日 平成10年(1998)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

識別記号

F I

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平9-149415

(22) 出願日

平成9年(1997)6月6日

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 松廣 泰

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会

社日本自動車部品総合研究所内

(72) 発明者 伊藤 岳志

愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会

社日本自動車部品総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 伊藤 洋二 (外1名)

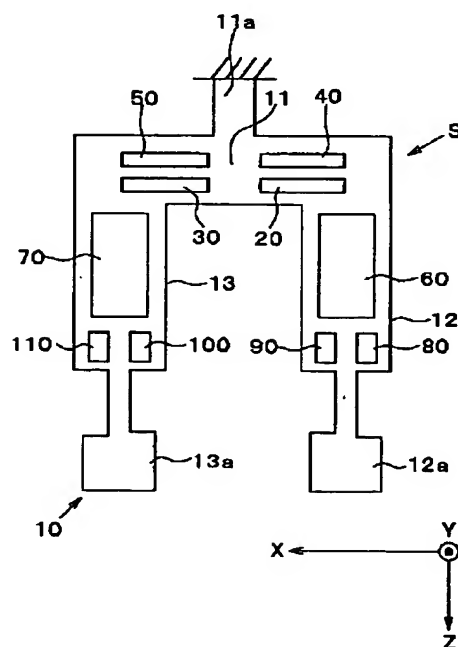
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動型角速度検出装置

(57) 【要約】

【目的】 検出出力中のオフセット量を積極的に打ち消すようにした振動型角速度検出装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 両検出用圧電素子60、70の各検出出力中の各オフセット量が、振動片12に対する両駆動用圧電素子40、50からのY軸方向加振力及び振動片13に対する両駆動用圧電素子20、30からの上記Y軸方向加振力とは逆位相のY軸方向加振力によって打ち消される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 X軸、Y軸及びZ軸からなる直交座標系にてZ軸方向を軸として可動体に支持される振動部材（10、10a）と、  
この振動部材に当該振動部材をX軸方向に振動させるように装着された両駆動用圧電素子（20乃至50）と、  
前記振動部材に装着されて前記振動部材のX軸方向の振動をモニターして参照用出力を発生する参照用圧電素子（80乃至110）と、  
前記振動部材に装着されてこの振動部材のX軸方向の振動のもと可動体の角速度に応じて前記振動部材に発生するY軸方向の振動を検出する検出用圧電素子（60、70）と、  
前記振動部材がX軸方向に振動するように前記参照用圧電素子の参照用出力に基づき前記両駆動用圧電素子を互いに逆位相にて駆動する制御手段（120、150、180乃至210）と、  
前記参照用圧電素子の参照用出力及び前記検出用圧電素子の検出出力に基づき前記角速度を検出する角速度検出手段（120、130、160、170）とを備える振動型角速度検出装置であって、  
前記制御手段が、  
前記参照用出力に基づき前記X軸方向の振動の位相をずらせるように前記振動部材に対するY軸方向への加振力を発生する加振力発生手段（190乃至210）を備えて、  
前記加振力に基づき前記両駆動用圧電素子を介し前記振動部材にY軸方向に加振するようにした振動型角速度検出装置。

【請求項2】 前記角速度検出手段が、  
前記参照用出力に基づきその位相を前記検出用圧電素子の検出出力の位相に合わせるように位相を調整する第1位相調整手段（120、130）と、  
この第1位相調整手段の位相調整出力に基づき前記検出用圧電素子の検出出力を同期検波して前記角速度を出力する同期検波手段（160、170）を備えており、  
前記制御手段が、前記参照用出力の位相を90°ずれるように位相調整する第2位相調整手段（150）を備えており、  
前記加振力発生手段が、  
前記第2位相調整手段の位相調整出力を前記参照用出力に加算して第1加振力を発生する第1加振力発生手段（190）と、  
前記第2位相調整手段の位相調整出力を逆位相にて前記参照用出力に加算して第2加振力を発生する第2加振力発生手段（200、210）とを備えており、  
前記制御手段が、前記第1加振力に基づき前記振動部材に前記Y軸方向に加振するように前記両駆動用圧電素子の一方を駆動し、また、前記第2加振力に基づき前記振動部材に前記Y軸方向に逆位相にて加振するように前記

他方の駆動用圧電素子を駆動するようにしたことを特徴とする請求項1に記載の振動型角速度検出装置。

【請求項3】 X軸、Y軸及びZ軸からなる直交座標系にてZ軸方向を軸として可動体に支持される振動部材（10、10a）と、  
この振動部材に当該振動部材をX軸方向に振動させるように装着された両駆動用圧電素子（20乃至50）と、  
前記振動部材に装着されて前記振動部材のX軸方向の振動をモニターして参照用出力を発生する参照用圧電素子（80乃至110）と、  
前記振動部材に装着されてこの振動部材のX軸方向の振動のもと可動体の角速度に応じて前記振動部材に発生するY軸方向の振動を検出する検出用圧電素子（60、70）と、  
前記振動部材がX軸方向に振動するように前記参照用圧電素子の参照用出力に基づき前記両駆動用圧電素子を互いに逆位相にて駆動する制御手段（120、150、180乃至210）と、  
前記参照用圧電素子の参照用出力及び前記検出用圧電素子の検出出力に基づき前記角速度を検出する角速度検出手段（120、130、160、170）とを備える振動型角速度検出装置であって、  
前記制御手段が、  
前記参照用出力に基づき前記検出出力中のオフセット量を打ち消すように前記振動部材に対するY軸方向への加振力を発生する加振力発生手段（190乃至210）を備えて、  
前記加振力に基づき前記両駆動用圧電素子を介し前記振動部材にY軸方向に加振するようにした振動型角速度検出装置。

【請求項4】 前記角速度検出手段が、  
前記参照用出力に基づきその位相を前記検出用圧電素子の検出出力の位相に合わせるように位相を調整する第1位相調整手段（120、130）と、  
この第1位相調整手段の位相調整出力に基づき前記検出用圧電素子の検出出力を同期検波して前記角速度を出力する同期検波手段（160、170）を備えており、  
前記制御手段が、前記参照用出力の位相を前記オフセット量を打ち消すに必要な値だけずらせるように位相調整する第2位相調整手段（150）を備えており、  
前記加振力発生手段が、  
前記第2位相調整手段の位相調整出力を前記参照用出力に加算して第1加振力を発生する第1加振力発生手段（190）と、  
前記第2位相調整手段の位相調整出力を逆位相にて前記参照用出力に加算して第2加振力を発生する第2加振力発生手段（200、210）とを備えており、  
前記制御手段が、前記第1加振力に基づき前記振動部材に前記Y軸方向に加振するように前記両駆動用圧電素子の一方を駆動し、また、前記第2加振力に基づき前記振

動部材に前記Y軸方向に逆位相にて加振するように前記他方の駆動用圧電素子を駆動するようにしたことを特徴とする請求項4に記載の振動型角速度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両等に採用するに適した振動型角速度検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、車両用振動型角速度検出装置は、音叉型或いは棒状の振動部材と、この振動部材に貼着した両駆動用圧電素子、検出用圧電素子及び参照用圧電素子とを備えている。そして、この角速度検出装置では、車両に角速度が発生している状態で振動部材が両駆動用圧電素子の逆位相の駆動によりX軸方向に振動（以下、駆動振動という）するとき、この駆動振動に基づき振動部材にY軸方向に発生するコリオリ力に伴う振動（以下、検知振動という）を検出用圧電素子により検出するとともに、振動部材のX軸方向の振動を参照用圧電素子によりモニターし、この参照用圧電素子の参照出力の位相をY軸方向の振動の位相に合わせるように位相を調整し、この位相調整出力に基づき検出用圧電素子の検出出力を同期検波して角速度として取り出す。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記振動型角速度検出装置において、上述した駆動振動と検知振動は、同じ振動部材の振動であって、その各振動の方向が互いに垂直になるだけである。ここで、コリオリ力を $F$ とし、振動部材の質量、振動速度及び角速度をそれぞれ $m$ 、 $V$ 及び $\Omega$ とすれば、コリオリ力は、通常、次の数1の式により表される。

【0004】

【数1】 $F = 2m(V \times \Omega)$

但し、コリオリ力 $F$ 、車両の振動速度 $V$ 及び角速度 $\Omega$ は共にベクトル量である。また、数1の式において、符号 $\times$ はベクトル積（所謂、外積）を表す。従って、車両の角速度を検出するためには、数1の式に基づくコリオリ力 $F$ による振動、即ち検知振動のみを選択して検出する必要がある。

【0005】しかし、振動部材の加工精度上、駆動用圧電素子の振動方向と、検出用圧電素子の振動方向とが、互いに完全に直交するように、駆動用圧電素子や検出用圧電素子を振動部材に貼着することは困難である。このため、駆動振動の極く微量の漏れが検知振動として検出されてしまうという不具合がある。

【0006】これに対しては、特開昭62-52410号公報にて示すような振動型角速度検出装置がある。この角速度検出装置によれば、駆動用圧電素子、検出用圧電素子及び参照用圧電素子を振動部材に貼着して、参照用圧電素子の出力を一定にするように駆動用圧電素子を駆動するとともに、駆動用圧電素子及び検出用圧電素子

の各出力の位相差を $90^\circ$ に維持するようにして、駆動用圧電素子の出力に基づき検出用圧電素子の出力を同期検波し、角速度 $\Omega$ として出力するようになっている。

【0007】しかし、このような角速度検出装置では、上述のように駆動用圧電素子及び検出用圧電素子の各出力の位相差を $90^\circ$ に維持するために、検出用圧電素子の出力に対し $90^\circ$ の位相差のずれをもつ振動を駆動用圧電素子に加えるのみであって、Y軸方向への加振力を振動部材に対し積極的に与えてはいない。従って、角速度 $\Omega$ が零のときの検出用圧電素子の出力、即ちオフセット量（ナル出力）が十分には低減されないという不具合が生ずる。

【0008】これに対し、本発明者等は、上記オフセット量を効果的に低減する対策につき種々検討してみた。角速度 $\Omega$ が零であるにもかかわらず、検出用圧電素子の出力に表れるオフセット量は、数1の式によれば、角速度 $\Omega = 0$ であるのにコリオリ力 $F = 0$ が実質的には成立しないことに起因する。

【0009】従って、このコリオリ力 $F = 0$ を実現するには、例えば、数1の式において振動速度 $V$ を減少させればよい。そこで、このような観点に基づき、振動部材に対しX軸方向への駆動力に加えY軸方向の駆動力を積極的に作用させるように両駆動用圧電素子の一方に加振力を与え、一方、この加振力とは逆位相の加振力を他方の駆動用圧電素子に与えてみた。

【0010】これによれば、振動部材に対し、オフセット量と同位相又は逆位相の振動をY軸方向に生じさせ得ることが分かった。その結果、上述した両駆動用圧電素子の一方に対する加振力の大きさ及び位相を調整すれば、両駆動用圧電素子の各駆動振動の位相が、共に、逆方向にずれて、両駆動用圧電素子の各駆動振動の大きさを減少させ得ることが分かった。

【0011】そして、このようにすれば、上記オフセット量を効果的に打ち消すことができることが分かった。そこで、本発明は、以上のようなことに着目して、検出出力中のオフセット量を積極的に打ち消すようにした振動型角速度検出装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題に解決にあたり、請求項1及び2に記載の発明によれば、制御手段が、参照用圧電素子の参照用出力に基づき振動部材のX軸方向の振動の位相をずらせるように当該振動部材に対するY軸方向への加振力を発生する加振力発生手段を備え、当該加振力に基づき両駆動用圧電素子を介し振動部材にY軸方向に加振する。

【0013】これにより、検出用圧電素子の検出出力中のオフセット量が、振動部材に対する両駆動用圧電素子からのY軸方向加振力によって、積極的に打ち消され得る。その結果、角速度検出手段の検出出力は、上記オフセット量を誤差として含むことなく、精度のよいものと

して得られる。ここで、請求項2に記載の発明によれば、角速度検出手段の第1位相調整手段が、上記参照用出力に基づきその位相を検出用圧電素子の検出出力の位相に合わせるように位相を調整する。そして、同期検波手段が第1位相調整手段の位相調整出力に基づき検出用圧電素子の検出出力を同期検波して角速度を出力する。

【0014】また、制御手段の第2位相調整手段が、上記参照用出力の位相を $90^\circ$ ずれるように位相調整する。また、加振力発生手段の第1加振力発生手段が、第2位相調整手段の位相調整出力を上記参照用出力に加算して第1加振力を発生するとともに、第2加振力発生手段が、第2位相調整手段の位相調整出力を逆位相にて上記参照用出力に加算して第2加振力を発生する。

【0015】そして、制御手段が、第1加振力に基づき振動部材にY軸方向に加振するように両駆動用圧電素子の一方を駆動し、また、第2加振力に基づき振動部材にY軸方向に逆位相にて加振するように他方の駆動用圧電素子を駆動する。これにより、角速度出力のより一層の精度の向上を確保しつつ、上記オフセット量の打ち消しをより一層確実に行うことができる。

【0016】また、請求項3及び4に記載の発明によれば、制御手段は、参照用圧電素子の参照用出力に基づき上記検出出力中のオフセット量を打ち消すように前記振動部材に対するY軸方向への加振力を発生する加振力発生手段を備えて、当該加振力に基づき両駆動用圧電素子を介し振動部材にY軸方向に加振する。これによっても、請求項1及び2に記載の発明の作用効果を達成できる。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態を図面により説明する。

（第1実施形態）図1及び図2は、車両用振動型角速度検出装置に本発明が適用された一例を示している。

【0018】この角速度検出装置は、図1にて示すごとく、振動子Sを備えており、この振動子Sは、音叉型板状振動部材10を備えている。この振動部材10は、その板厚方向を鉛直方向（図1にて図示Y軸方向）に向け、その基部11にて、パー状支持部11aを介し当該車両の適所に支持されている。また、振動部材10の基部11の長手方向（図1にて図示X軸方向）は、当該車両の左右方向に一致している。また、この振動部材10の両振動片12、13は、基部11の両端部から当該車両の後方（図1にて図示Z軸方向）に向けて互いに平行に水平状に延出している。なお、Z軸は振動部材10の軸（即ち、支持部11aの軸）に一致している。

【0019】振動子Sは、一对の駆動用圧電素子20、30と、他の一对の駆動用圧電素子40、50と、一对の検出用圧電素子60、70と、一对の参照用圧電素子80、90と、他の一对の参照用圧電素子100、110を備えている。一对の駆動用圧電素子20、30は、

図1にて示すごとく、Z軸を基準として対称的に、基部11の上面にその長手方向に沿い同軸的に装着されており、一方、一对の駆動用圧電素子40、50は、Z軸を基準として対称的に、基部11の上面にその長手方向に沿い一对の駆動用圧電素子20、30に平行に装着されている。

【0020】ここで、一对の駆動用圧電素子20、30に加えられる駆動信号の各位相は、一对の駆動用圧電素子40、50に加えられる駆動信号の各位相に対し、それぞれ $180^\circ$ 異なっている。この場合、一对の駆動用圧電素子20、30に加えられる駆動信号の各位相が基部11をその長手方向に縮ませる方向（伸ばす方向）の位相になっているとき、一对の駆動用圧電素子40、50に加えられる駆動信号の各位相が基部11をその長手方向に伸ばす方向（縮ませる方向）の位相になっている。

【0021】これにより、振動部材10の両振動片12、13は、各駆動用圧電素子20乃至50の振動に伴い、XZ平面内にてX軸方向に振動する。なお、この振動は共振振動となるように調整されている。また、各振動片12、13は、図1にて示すごとく、それぞれ、重り部12a、13aを一体に備えている。検出用圧電素子60は、振動片12の上面前側部に装着されており、一方、検出用圧電素子70は、振動片13の上面前側部に装着されている。

【0022】これにより、振動部材10のX軸方向の振動状態にて当該車両が上下方向にローリングすると、これにより発生する角速度に基づきコリオリ力が発生して両振動片12、13に作用する。このため、振動部材10が両振動片12、13にてY軸方向に互いに逆位相にて振動する。よって、一对の検出用圧電素子60、70が、両振動片12、13のY軸方向の各振動を検出する。このことは、一对の検出用圧電素子60、70が上記コリオリ力に応じた振動を検出することを意味する。

【0023】一对の参照用圧電素子80、90は、振動片12の上面後部に装着されており、一方、一对の参照用圧電素子100、110は、振動片13の上面後部に装着されている。そして、一对の参照用圧電素子80、90は、振動片12のX軸方向の振動に応じて振動し参照用電圧を発生し、一对の参照用圧電素子100、110は、振動片13のX軸方向の振動に応じて振動し参照用電圧を発生する。

【0024】ここで、各振動片12、13のX軸方向の振動に伴う各重り12a、13aの振動のため、一对の参照用圧電素子80、90の各参照用電圧の位相及び一对の参照用圧電素子100、110の各参照用電圧の位相は、それぞれ、互いに逆位相となるようになっている。なお、このような現象は、各重り12a、13aがなくても同様に生ずる。

【0025】また、角速度検出装置は、差動増幅器12

0を備えており、この差動増幅器120はその正側入力端子にて両参照用圧電素子80、110の各一側電極に接続されている。また、この差動増幅器120の負側入力端子は、両参照用圧電素子90、100の各一側電極に接続されている。そして、差動増幅器120は、両参照用圧電素子80、110の各参照用電圧の和及び参照用圧電素子90、100の各参照用電圧の和を差動増幅し差動増幅電圧を発生する。

【0026】位相調整器130は、差動増幅器120の差動増幅電圧の位相を、上記コリオリ力の位相（Y軸方向の振動の位相）と同位相にするように、90度だけ負側に調整して位相調整電圧を発生する。位相調整器140は、差動増幅器120の差動増幅電圧の位相をその誤差分の位相ずれをなくするように調整し位相調整電圧を発生する。また、位相調整器150は、差動増幅器120の差動増幅電圧の位相を90°だけ負側に調整して位相調整電圧を発生する。

【0027】高ゲイン型差動増幅器160は一对の検出用圧電素子60、70の各検出電圧を差動増幅して差動増幅電圧を発生する。同期検波器170は、位相調整器130の位相調整電圧に基づき差動増幅器160の差動増幅電圧を同期検波して、当該車両の角速度（即ち、振動部材10の角速度に相当する）をヨーレート出力として発生する。

【0028】増幅器180は位相調整器140の位相調整電圧を増幅して増幅電圧として発生する。加算器190は、位相調整器150の位相調整電圧を増幅器180の増幅電圧と加算して加算電圧を発生し両駆動用圧電素子20、30に印加する。加算器200は、位相調整器150の位相調整電圧を増幅器180の増幅電圧と加算して加算電圧を発生する。インバータ210は、加算器200の加算電圧を位相反転して位相反転電圧を両駆動用圧電素子40、50に印加する。

【0029】このように構成した本第1実施形態において、当該車両の走行中において、そのローリングによる角速度 $\Omega$ が発生しているものとする。このような状態では、振動部材10が、その基部11にて、各駆動用圧電素子20乃至50により駆動され、両振動片12、13にて、X軸方向に共振振動している。

【0030】このとき、両駆動用圧電素子20、30から基部11に加わる駆動電圧の波形は、図3（c）にて示す正弦波形となっており、両駆動用圧電素子40、50から基部11に加わる駆動電圧の波形は、図3（c）の正弦波形とは逆位相の正弦波形（図3（d）参照）となっている。従って、両振動片12、13は、その各振動の位相にて、互いに180度異なるように、各駆動用圧電素子20乃至50により駆動されている。なお、図3（a）及び図3（b）の各波形は、後述する位相調整器150の位相調整電圧が各駆動用圧電素子20、30、40、50に作用する前のものである。

【0031】また、両参照用圧電素子80、90は、振動片12のX軸方向の振動をモニタしており、一方、両参照用圧電素子100、110は、振動片13のX軸方向の振動をモニタしている。また、このような状態では、振動部材10の各振動片12、13が、上記角速度 $\Omega$ に基づき発生するコリオリ力Fに基づきY軸方向に振動している。

【0032】このような段階にて、両参照用圧電素子80、110の各参照用電圧の和と、両参照用圧電素子90、100の各参照用電圧の和とが、差動増幅器120により差動増幅されて差動増幅電圧として発生される。すると、この差動増幅電圧が、各位相調整器130乃至150により位相調整される。ここで、位相調整器150の位相調整電圧の波形は、図4（a）にて示す波形となる。

【0033】また、検出用圧電素子60が振動片12のコリオリ力Fに基づくY軸方向の振動を検出するとともに、検出用圧電素子70が振動片13のコリオリ力Fに基づくY軸方向の振動を検出すると、これら両検出用圧電素子60、70の検出電圧が差動増幅器160により差動増幅されて差動増幅電圧として発生される。すると、同期検波器170が、位相調整器130の位相調整電圧に基づき差動増幅器160の差動増幅電圧を同期検波して、角速度 $\Omega$ をヨーレート出力として発生する。この場合、後述する位相調整器140の位相調整電圧は大きい値を有するので、増幅器160のゲインは従来よりも小さくできる。

【0034】また、増幅器180は、位相調整器140の位相調整電圧を増幅して増幅電圧を発生する。すると、加算器190が、位相調整器150の位相調整電圧を増幅器180の増幅電圧と加算し加算電圧（図4

（b）参照）を発生し両駆動用圧電素子20、30に印加する。

【0035】また、加算器200が増幅器180の増幅電圧を位相調整器150の位相調整電圧と加算して加算電圧を発生すると、この加算電圧が、インバータ210により位相反転されて位相反転電圧（図4（c）参照）として両駆動用圧電素子40、50に印加する。ここで、上記位相調整においては、位相調整器130の位相調整電圧が、差動増幅器120の差動増幅電圧の位相を、上記コリオリ力の位相と同位相にするように、90度だけ負側に調整したものである。

【0036】また、位相調整器140の位相調整電圧は、差動増幅器120の差動増幅電圧の位相をその誤差分の位相ずれをなくするように調整したものである。従って、増幅器180の増幅電圧の位相も位相調整器140の位相調整電圧と同様に調整される。また、位相調整器150の位相調整電圧は、差動増幅器120の差動増幅電圧の位相から90°だけ負側に調整されている。

【0037】従って、両加算器190、200の各加算

電圧の波形は共に同位相となるから、インバータ210の位相反転電圧の波形(図4(c)参照)は、加算器190の加算電圧の波形(図4(b)参照)に対し位相のずれた波形となる。このため、加算器190の加算電圧による両駆動用圧電素子20、30の駆動方向は、インバータ210の位相反転電圧により両駆動用圧電素子40、50の駆動方向と共にY軸方向であり、かつ、互いに逆方向になる。

【0038】つまり、両振動片12、13は、Y軸方向であって互いに逆方向の加振力を受けて振動する。このときの振動片12に加わる振動波形は図4(d)にて示す波形となる。この波形は、振動片12のX軸方向の振動の波形(図3(a)参照)の位相とはずれた位相を有し、かつ、図4(d)にて示す波形の振幅も、振動片12のX軸方向の振動の振幅よりも減少している。このことは、振動片12のX軸方向の振動が抑制されて振動片12に対しY軸方向に加振されることを意味する。

【0039】これにより、振動片12における数1の式の振動速度Vの振幅が減少する。その結果、振動片12におけるコリオリ力Fが減少して上記オフセット量が打ち消され得る。一方、振動片13の振動波形は図4

(d)にて示す波形とは逆位相の振動波形となるが、この振動波形も、振動片13のX軸方向の振動の波形(図3(b)参照)の位相とはずれた位相を有し、かつ、振動片13のX軸方向の振動の振幅よりも減少している。このことは、振動片13のX軸方向の振動が抑制されて振動片13に対しY軸方向に振動片12とは逆位相にて加振されることを意味する。

【0040】これにより、振動片13における数1の式の振動速度Vの振幅が減少する。その結果、振動片13におけるコリオリ力Fが減少して上記オフセット量が打ち消され得る。このことは、両検出用圧電素子60、70の各検出出力に含まれる各オフセット量が、振動片12に対する両駆動用圧電素子40、50からのY軸方向加振力及び振動片13に対する両駆動用圧電素子20、30からのY軸方向加振力によって、積極的に打ち消され得ることを意味する。

【0041】その結果、同期検波器220の検出出力は、上記オフセット量を誤差として含むことなく、精度のよいものとして得られる。図5は、上記第1実施形態の変形例を示している。この変形例では、上記第1実施形態とは異なり、両駆動用圧電素子20、40が、両参照用圧電素子90、80に対しそれぞれ同軸的に位置するように、振動部材10の振動片12の長手方向に沿いその上面前部から基部11上面にかけて装着されている。

【0042】一方、上記第1実施形態とは異なり、両駆動用圧電素子30、50が、両参照用圧電素子100、110に対しそれぞれ同軸的に位置するように、振動部材10の振動片13の長手方向に沿いその上面前部から

基部11上面にかけて装着されている。その他の構成は上記第1実施形態と同様である。このように構成した本変形例においても、上記第1実施形態にて述べたと同様に加算器190の加算電圧を両駆動用圧電素子20、30に印加するとともに、インバータ210の位相反転電圧を両駆動用圧電素子40、50に印加することで、上記第1実施形態にて述べたと同様の作用効果を達成できる。

【0043】(第2実施形態)図6は、本発明の第2実施形態の要部を示すブロック図である。この第2実施形態では、両差動増幅器120a、120b及び位相調整器130aが、上記第1実施形態にて述べた差動増幅器120及び位相調整器130に代えて、採用されている。

【0044】差動増幅器120aは、高ゲインの差動増幅器であって、この差動増幅器120aは、両参照用圧電素子80、110の各参照用電圧を差動増幅し差動増幅電圧を発生する。一方、差動増幅器120bは、両参照用圧電素子90、100の各参照用電圧を差動増幅し差動増幅電圧を発生する。位相調整器130aは、差動増幅器120aの差動増幅電圧の位相を、上記コリオリ力の位相(Y軸方向の振動の位相)と同位相にするように、90度だけ負側に調整して位相調整電圧を発生する。

【0045】また、上記第1実施形態にて述べた位相調整器140は、差動増幅器120に代えて、差動増幅器120bの差動増幅電圧の位相をその誤差分の位相ずれをなくするように調整し位相調整電圧を発生する。また、上記第1実施形態にて述べた位相調整器150は、差動増幅器120に代えて、差動増幅器120bの差動増幅電圧の位相を90°だけ負側に調整して位相調整電圧を発生する。

【0046】また、上記第1実施形態にて述べた同期検波器170は、位相調整器130に代えて、位相調整器130aの位相調整電圧に基づき差動増幅器160の差動増幅電圧を同期検波して、当該車両の角速度をヨーレート出力として発生する。その他の構成は上記第1実施形態と同様である。このように構成した本第2実施形態においては、上記第1実施形態とは異なり、両参照用圧電素子80、110の各差動増幅電圧が差動増幅器120aにより差動増幅されるとともに、両参照用圧電素子90、100の各差動増幅電圧が差動増幅器120bにより差動増幅される。

【0047】また、位相調整器130aによる位相調整は差動増幅器120aの差動増幅電圧に基づいてなされ、両位相調整器140、150の各位相調整は、差動増幅器120aとは別個に設けた差動増幅器120bの差動増幅電圧に基づきなされる。このため、位相調整器130aの位相調整電圧の位相ずれが両検出用圧電素子60、70の検出電圧の位相と同じになる。従って、同



同期検波器 170 の検出出力の精度の向上を確保しつつ上記第 1 実施形態にて述べた作用効果と同様の作用効果を達成できる。

【0048】（第 3 実施形態）図 7 乃至図 9 は本発明の第 3 実施形態を示している。この第 3 実施形態では、上記第 1 実施形態にて述べた振動子 S に代えて、振動子 S a が採用されている。この振動子 S a は、図 7 乃至図 9 にて示すごとく、断面正方形の柱状振動部材 10 a を備えている。

【0049】この振動部材 10 a は、その図 7 にて図示上端にて、当該車両の適所に支持されている。ここで、振動部材 10 a の上下両壁 14、15 は、水平状に位置しており、左右両壁 16、17 は、鉛直状に位置している。なお、この振動部材 10 a は、当該車両の後方に向けて互いに平行に水平状に延出している。振動子 S a は、上記第 1 実施形態にて述べた両駆動用圧電素子 20、40、両検出用圧電素子 60、70 及び参照用圧電素子 80 を備えている。

【0050】両駆動用圧電素子 20、40 は、振動部材 10 a の右側壁 17 にその長手方向に沿い互いに平行に装着されている。これにより、両駆動用圧電素子 20、40 は、その駆動により、振動部材 10 a を X 軸方向に振動させる。各検出用圧電素子 60、70 は、振動部材 10 a の上下両壁 14、15 にその長手方向に沿いそれぞれ装着されており、これら各検出用圧電素子 60、70 は、振動部材 10 a のコリオリ力に基づく Y 軸方向の振動を検出する。

【0051】また、参照用圧電素子 80 は、振動部材 10 a の左側壁 16 にその長手方向に沿い装着されており、この参照用圧電素子 80 は、振動部材 10 a の X 軸方向の振動に応じて参照用電圧を発生する。また、本第 3 実施形態では、上記第 1 実施形態にて述べた差動増幅器 120 に代えて、増幅器 120 c が採用されており、この増幅器 120 c は、参照用圧電素子 80 の参照用電圧を増幅して増幅電圧を発生し、上記第 1 実施形態にて述べた各位相調整器 130 乃至 150 に出力する。

【0052】ここで、位相調整器 130 は、増幅器 120 c の増幅電圧の位相を、上記コリオリ力の位相と同位相にするように、90 度だけ負側に調整して位相調整電圧を発生する。位相調整器 140 は、増幅器 120 c の増幅電圧の位相をその誤差分の位相ずれをなくするように調整して位相調整電圧を発生する。また、位相調整器 150 は、増幅器 120 c の増幅電圧の位相を 90° だけ負側に調整して位相調整電圧を発生する。

【0053】また、上記第 1 実施形態にて述べた加算器 190 の加算電圧は、駆動用圧電素子 20 のみに印加される。インバータ 220 は、位相調整器 150 の位相調整電圧の位相を反転して位相反転電圧を発生する。上記第 1 実施形態にて述べた加算器 200 は、位相調整器 150 の位相調整電圧をインバータ 220 の位相反転電圧

と加算して加算電圧を発生し駆動用圧電素子 40 に印加する。その他の構成は上記第 1 実施形態と同様である。

【0054】このように構成した本第 3 実施形態において、振動部材 10 a が、上記第 1 実施形態と同様の当該車両の角速度  $\Omega$  の発生のもと、両駆動用圧電素子 20、40 により駆動され、X 軸方向に共振振動している。このとき、両駆動用圧電素子 20、40 から振動部材 10 a の右側壁 17 に加わる駆動電圧の波形は、互いに逆位相の正弦波形となっている。

【0055】また、参照用圧電素子 80 は、振動部材 10 a の X 軸方向の振動をモニタしている。また、このような状態では、振動部材 10 a が、上記角速度  $\Omega$  に基づき発生するコリオリ力 F に基づき Y 軸方向に振動している。このような段階にて、参照用圧電素子 80 の参照用電圧が、差動増幅器 120 c により差動増幅されて差動増幅電圧として発生される。すると、この差動増幅電圧が、各位相調整器 130 乃至 150 により上記第 1 実施形態と同様に位相調整される。

【0056】また、両検出用圧電素子 60、70 が振動部材 10 a のコリオリ力 F に基づく Y 軸方向の振動を互いに逆位相にて検出すると、これら両検出用圧電素子 60、70 の検出電圧が差動増幅器 160 により差動増幅されて差動増幅電圧として発生される。すると、同期検波器 170 が、位相調整器 130 の位相調整電圧に基づき差動増幅器 160 の差動増幅電圧を同期検波して、角速度  $\Omega$  をヨーレート出力として発生する。この場合、後述する位相調整器 140 の位相調整電圧は大きい値を有するので、増幅器 120 c のゲインは従来よりも小さくできる。

【0057】また、加算器 190 が、兩位相調整器 140、150 の各位相調整電圧を加算し加算電圧を発生し駆動用圧電素子 20 に印加する。また、インバータ 220 が位相調整器 150 の位相調整電圧の位相を反転して位相反転電圧を発生すると、加算器 200 がこの位相反転電圧を位相調整器 150 の位相調整電圧と加算して加算電圧を発生し、駆動用圧電素子 40 に印加する。

【0058】これにより、上記第 1 実施形態と実質的に同様に、両検出用圧電素子 60、70 の各検出出力に含まれる各オフセット量が、振動部材 10 a に対する両駆動用圧電素子 20、40 からの互いに逆位相の Y 軸方向加振力によって、積極的に打ち消され得る。その結果、同期検波器 220 の検波出力は、上記オフセット量を誤差として含むことなく、精度のよいものとして得られる。

【0059】なお、本発明に実施にあたり、上記第 1 及び第 2 実施形態にて述べた一対の駆動用圧電素子 20、30 及び他の一対の駆動用圧電素子 40、50 は、それぞれ一方の駆動用圧電素子を廃止して実施してもよい。また、本発明に実施にあたり、上記第 1 及び第 2 実施形態にて述べた一対の参照用圧電素子 80、110 及び他

の一方の参照用圧電素子 90、100 は、それぞれ一方の参照用圧電素子を廃止して実施してもよい。

【0060】また、本発明の実施にあたり、車両用角速度検出装置に限ることなく、船舶、航空機等の各種の可動体の角速度検出する角速度検出装置に本発明を適用して実施してもよい。また、本発明の実施にあたり、位相調整器 130 による位相調整は、上記各実施形態にて述べたように負側への  $90^\circ$  の位相調整に限ることなく、例えば、正側への  $90^\circ$  の位相調整であってもよい。

【0061】また、本発明の実施にあたり、位相調整器 150 による位相調整は、上記各実施形態にて述べたように負側への  $90^\circ$  の位相調整に限ることなく、例えば、正側への  $90^\circ$  の位相調整、或いは上記オフセット量を打ち消すに必要な位相角だけの位相調整であってもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る角速度検出装置の第 1 実施形態における振動子を示す平面図である。

【図 2】上記角速度検出装置の電気回路構成図である。

【図 3】(a) は、図 2 の加算器 190 の出力波形を、位相調整器 150 の出力前の状態にて示すタイミングチャート、(b) は、図 2 のインバータ 210 の出力波形を、位相調整器 150 の出力前の状態にて示すタイミングチャート、(c) は、図 2 の両参照用圧電素子 80、110 の出力波形（共振波形）を示すタイミングチャート、(d) は、図 2 の両参照用圧電素子 90、100 の

出力波形（共振波形）を示すタイミングチャートである。

【図 4】(a) は、図 2 の位相調整器 150 の出力波形を示すタイミングチャート、(b) は、加算器 190 の出力波形を示すタイミングチャート、(c) は、インバータ 210 の出力波形を示すタイミングチャート、

(d) は、両駆動用圧電素子 20、30 の出力波形を示すタイミングチャートである。

【図 5】上記第 1 実施形態の変形例を示す要部平面図である。

【図 6】本発明の第 2 実施形態の要部を示す電気回路図である。

【図 7】本発明の第 3 実施形態における振動子の平面図である。

【図 8】当該振動子の右側面図である。

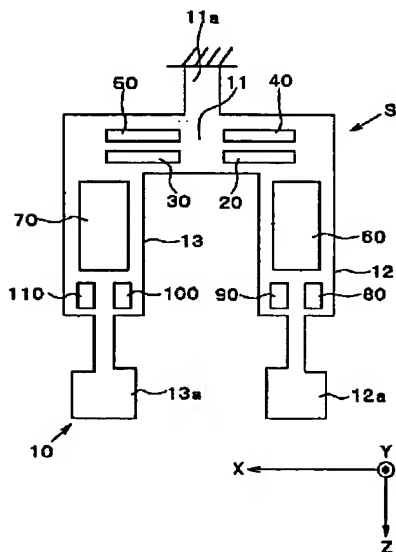
【図 9】当該振動子の後面図である。

【図 10】上記第 3 実施形態における電気回路構成図である。

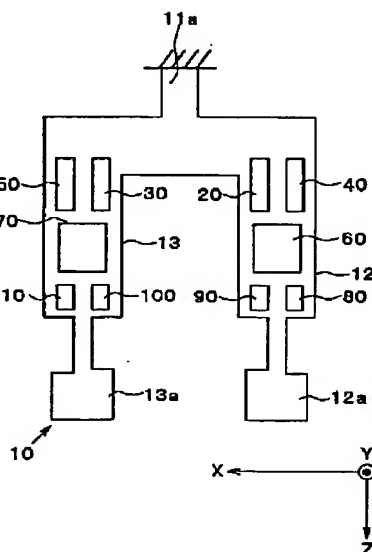
#### 【符号の説明】

S、Sa…振動子、10、10a…振動部材、20乃至50…駆動用圧電素子、60、70…検出用圧電素子、80乃至110…参照用圧電素子、120、120a、120b、160、180…差動増幅器、120c…増幅器、130、130a、140、150…位相調整器、170…同期検波器、190、200…加算器、210…インバータ。

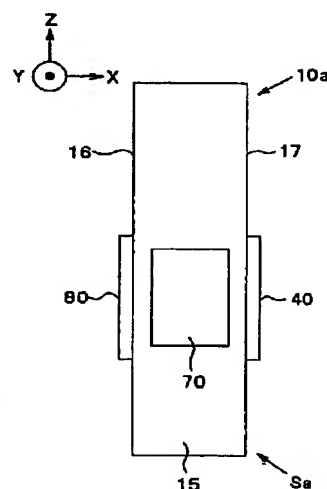
【図 1】



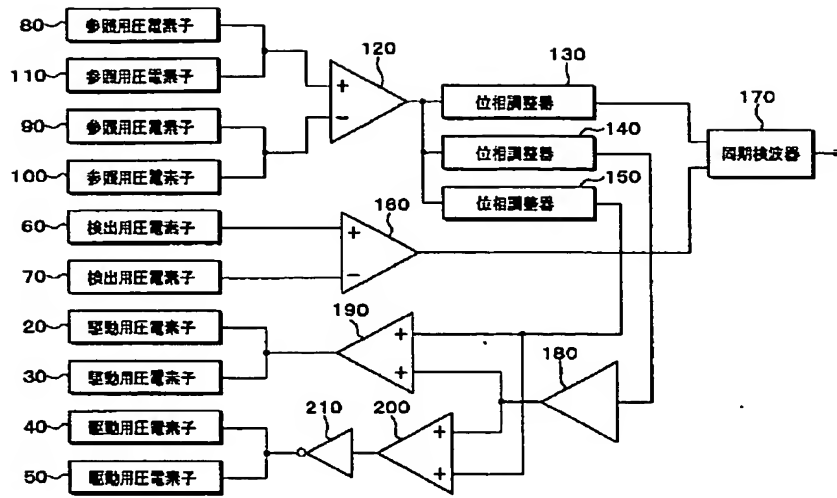
【図 5】



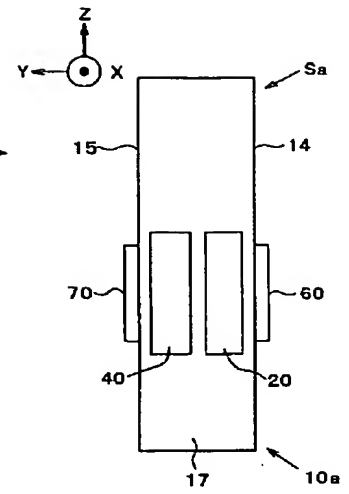
【図 7】



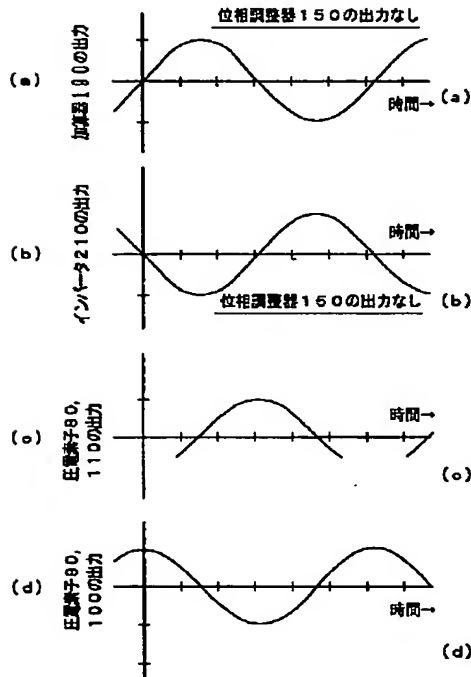
【図2】



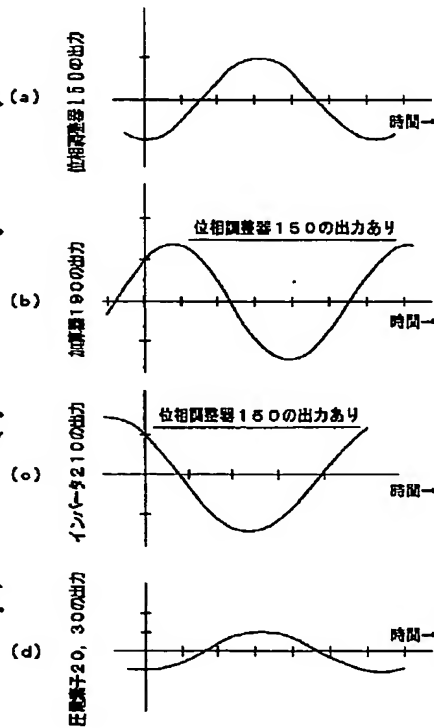
【図8】



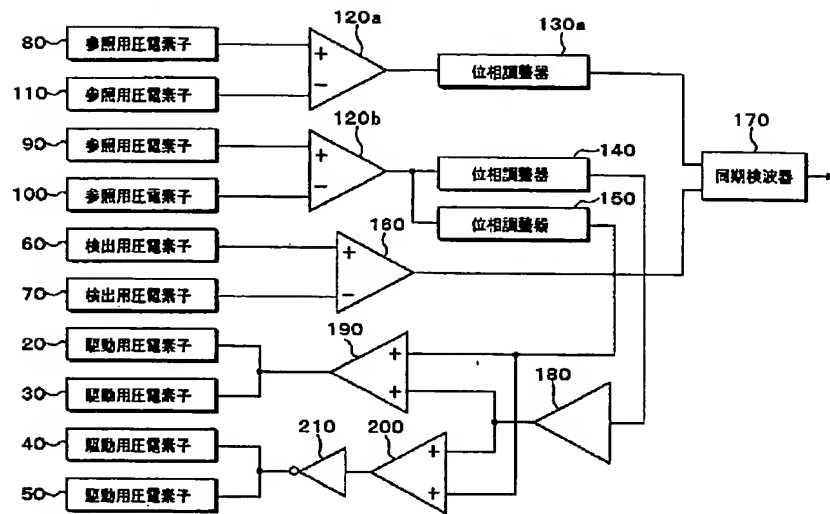
【図3】



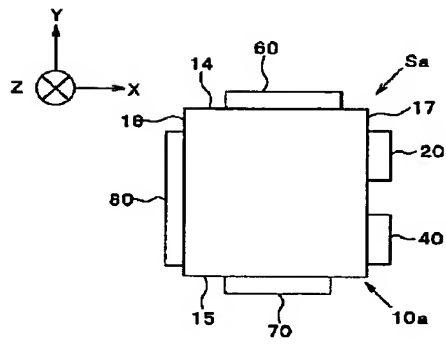
【図4】



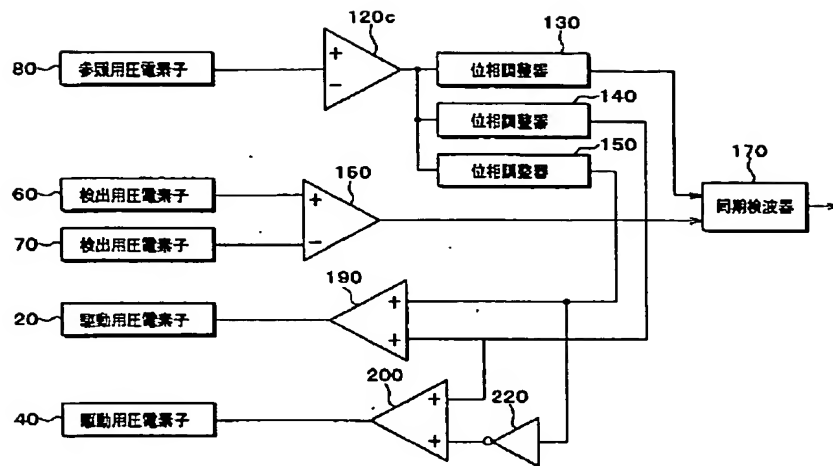
【図6】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 石川 隆之  
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会  
社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 吉野 好  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

THIS PAGE BLANK (USPTO)